

植物根际微生物与根部分泌物的研究

I. 小麦、玉米、綠豆等作物的根际微生物数量与 根部分泌物中的可溶性糖和氨基酸*

陈子英 吴观以 王涌清 吴瑞武

(中国农业科学院土壤肥料研究所, 北京)

自发现根际微生物数量多、种类少与作物的生长发育有密切的关系以来, 对它的研究得到了越来越多的重视。对根际微生物的进一步研究, 不只是阐明根际微生物的数量, 种类及其作用机制, 更重要的是它将为安排轮作、间作等耕作措施和经济用肥提供科学依据, 在农业生产中有重要的意义。

近年来许多学者论证了植物根部分泌物与根际微生物有密切的关系, 已经发现植物在生长期自根部分泌二氧化碳、糖、有机酸、醇、含氮有机物质等许多有机物与无机物, 这些物质是根际微生物良好的养料, 但是, 对根部分泌物的分泌条件、机制及其在植物自土壤吸收养分过程中的作用尚缺乏深入的研究。对根部分泌物的研究, 将进一步阐明作物吸收营养过程的机制和如何有效地利用土壤中的营养物质。

本工作自1961—1963年在本所试验农场中的小麦前茬试验中连续进行了三年, 其目的在于利用根际微生物与根部分泌物已有的研究成果来阐明小麦不同前茬土壤肥力的演变, 并在此基础上进一步推动根际微生物与根部分泌物的研究。

一、試驗方法

1. 取样方法 考虑到在试验操作中不可能将植物根系上的微生物与根表微生物分开, 也无法区别近根区还是远根区土壤样本。因此, 我们将根际微生物分为“根系微生物”与“根际土壤微生物”。

(1) 根系微生物: 以每克干根为计菌单位, 用连续冲洗法冲洗^[1-2], 取植物根系作分析样本。

(2) 根际土壤微生物: 以每克干土为计菌单位, 用附着在根系表面上的土壤作分析材料。其法是抖掉在根系上附着不牢的土壤, 将根系与不易脱落的土壤一起称重, 放入100毫升无菌水中, 待土粒全部洗脱后再称根系的重量, 两次称重的差数即为分析样品的重量。

(3) 好气性细菌培养基: 用牛肉膏-蛋白胨加1%葡萄糖洋菜计算有机氮营养细菌, 用查氏克培养基计算无机氮营养细菌。固氮菌用蔗糖作碳源只计算 *Az. chroococcum*。

2. 试验的大田处理 北京郊区小麦前茬试验:

(1) 休闲——冬小麦(一年一熟制)

(2) 夏玉米——冬小麦(一年二熟制)

* 协助本工作进行的有姚瑞麟、关妙姬、张绍丽、周玉荣等同志。
本文为中国微生物学会1963年学术年会稿件。

(3) 綠肥——冬小麦(一年一熟制)

3. 提取根部分泌物的方法 由于植物的根系与土壤紧密相联, 植物根部分泌物质不但随时被土壤吸收, 而且随时被土壤微生物轉化分解。因此, 直接从土壤中收集和提取植物根分泌物是十分困难的。为了克服这些障碍, 我們試用了以下两种方法:

(1) 浸出法: 将植物根系自盆栽或田間土壤中小心地取出以后, 用水洗掉根上的泥土, 挑出残根与杂物, 立即放入 2 倍或 3 倍于植株重的蒸馏水中浸泡 2—4 小时, 用浸过植物根系的水过滤后进行测定。经过一再重复試驗, 发现这些浸出物中有大量的氨基酸与可溶性糖, 以及許多能刺激微生物生长而尚未测定的物质, 这些都叫“根分泌物”。

(2) 貼根法: 其法是将植物預先种植在特制的木箱中, 木箱长 50 厘米, 寬 26 厘米, 高 66 厘米, 箱的两壁是活动的, 内部装有一层活动的玻璃, 在植物生长到一定时期后, 将玻璃揭开, 撒上一层 0.5—1.0 厘米厚的石英砂, 再盖上一层塑料布保持湿度经过一星期后, 砂面上长出許多粗壮的新根, 选择几条新根, 小心地挑起, 在砂与根的中間鋪上一层作紙譜分析的滤紙, 将根放置在滤紙上, 再在根面盖上滤紙, 以便吸收根分泌物, 过了一昼夜后取出滤紙烘干, 直接噴上茚三酮显色剂, 在有根系通过的部位便显出了紫紅色的斑点, 即氨基酸, 此法可用来直接观察植物在生长过程中的根分泌物。

二、結果与討論

1. 根际微生物的数量变化动态

根际土壤微生物数量比非根际土壤微生物数量多許多倍的結論, 已經过許多国内外試驗研究驗證, 是正确的, 然而在不同的土壤条件与耕作条件下却有不同的 R:S 值(即根际土壤微生物与非根际土壤微生物的比值), 我們在北京郊区本所試驗农場中所得到的材料(表 1)表明: 在小麦亩产 500—600 斤的肥力和耕作条件下, 小麦、玉米与綠豆的好气性細菌数量的 R 与 S 比值通常在 20—40 之間; 好气性自生固氮菌 R:S 值在各作物之間差別較大, 小麦与玉米的 R:S 值在 1 上下, 綠豆的 R:S 值却达 28.27。綠豆根系对根际土壤微生物有非常明显的刺激作用, 而且这些作用还影响非根际土壤中的固氮菌数增加^[3]。从表 2 可以看出, 生长在高肥力的綠肥荏小麦根际土壤微生物比低肥力的夏玉米荏高, 其中固氮菌数特別明显。土壤肥力的高低对根际微生物有一定的影响。

表 1 小麦、玉米、綠豆根际土壤微生物与非根际土壤微生物的比較(万/克干土)

菌 別	作 物 研究时期 土壤样本	小 麦		玉 米		綠 豆	
		1962年	1963年	1962年	1963年	1962年	1963年
有机氮营养細菌	根际土壤 (R)	26682	26313	57549	2036	135259	8544
	非根际土壤 (S)	1274	750	1608	253	5272	267
	R:S	20.94	35.08	35.78	8.05	25.65	32.00
固 氮 菌	根际土壤 (R)	0.823	0.800	—	0.185	—	22.565
	非根际土壤 (S)	0.916	0.404	—	0.110	—	0.798
	R:S	0.90	1.98	—	1.68	—	28.27

从小麦出苗后, 在幼苗期和延續 3 个月的越冬期間根际土壤中的好气細菌的数量急剧上升, 菌数高峰在返青开始前, 到开花期菌数最少, 揚花以后, 菌数略有回升, 但幅度不大, 从表 3 的有机氮营养細菌数量变化中就可清楚看到这一点。第一次 (1961—1962) 与

表2 不同茬口中小麦根际土壤与非根际土壤微生物数量比较(万/克干土)

菌 别	茬 口 研究时期	休闲——小麦		夏玉米——小麦		绿肥——小麦	
		1961—1962	1962—1963	1961—1962	1962—1963	1961—1962	1962—1963
	土壤样本						
有机氮营养细菌	小麦根际土壤(R)	28159	19469	22096	15713	29792	43756
	小麦非根际土壤(S)	1288	816	1255	613	1279	822
	R:S	21.86	23.86	17.61	25.63	23.29	53.23
无机氮营养细菌	小麦根际土壤(R)	34502	—	31085	—	33453	—
	小麦非根际土壤(S)	1322	—	1423	—	1307	—
	R:S	26.09	—	21.84	—	25.59	—
固 氮 菌	小麦根际土壤(R)	0.399	0.139	0.583	0.223	1.546	2.039
	小麦非根际土壤(S)	0.423	0.072	0.216	0.061	2.108	1.079
	R:S	0.94	1.93	2.70	3.65	0.73	1.89

表3 冬小麦不同生长阶段中的根际土壤有机氮营养细菌数(万/克干土)

分 析 时 期	月 份	11	12	1	2	3	4	4	5	5	6
	日 期	8—10	1—3	3	18—21	13—15	10	20—22	6—8	26—28	10—12
	生长期	幼 苗	越 冬	越 冬	越 冬	返 青	拔 节	孕 穗	开 花	乳 熟	成 熟
1961—1962		4963	6266	19666	78933	81819	10097	10210	18160	23178	13474
1962—1963		17553	28217	43003	52104	—	—	9543	13836	16486	36692

第二次(1962—1963 年)观测结果的变化趋势基本上是一致的。好气性固氮菌(*Az. chroococcum*)的数量变化与好气性细菌略有出入,它的高峰在小麦越冬中期,以后虽有起伏,但幅度不大(图1),两次测得的菌数变化趋势是一致的。不过第一次(1961—1962 年)测得的菌数都比第二次高。我们认为小麦不同生长阶段中的生理特性是决定根际微生物数量变化的主要因素。

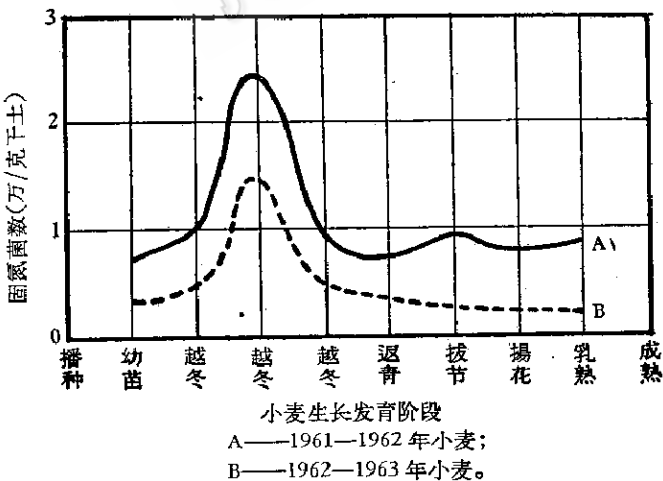


图1 冬小麦不同生长期根际土壤固氮菌数

根分泌物中氨基酸的质与量都有差别,在返青前根分泌中氨基酸的种类较多,拔节后种类较少(表4)。根分泌物中氨基酸与可溶性糖的数量消长趋势也是一样(表5)。从幼苗期开始,在漫长的越冬期间,直到临近返青时,根分泌物都是逐渐上升,返青后迅速减少,田间与盆栽结果都是如此。小麦越冬期根分泌物特别多,这主要是由于小麦地上部分在越

2. 植物根分泌物及其对根际微生物生长的影响

(1) 小麦不同生长期间的根分泌物:

小麦不同生长发育阶段中,

表4 小麦在不同生长期間和不同港口中根分泌物中的氨基酸*

氨基酸种类	麦											
	小				不				同			
	前				茬							
	幼 苗 期 (1962.11.13.)	越 冬 期 (1962.12.14.)	越 冬 期 (1963.1.8.)	越 冬 期 (1963.2.14.)	返 青 期 (1963.3.13.)	拔 节 期 (1963.4.18.)	开 花 期 (1963.5.10.)	乳 熟 期 (1963.5.22.)	休 闲	夏 玉 米	綠 肥	綠 肥
亮氨酸	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
色氨酸	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
酪氨酸	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
脯氨酸	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
丙氨酸	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
谷氨酸	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
缬氨酸	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
氨基乙酸	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
甘氨酸	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
精氨酸	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
天冬氨酸	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
组氨酸	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
赖氨酸	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
苯丙氨酸	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
x**	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
x1	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
x2	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
x3	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++

* 紙譜分析:展开剂为正丁醇:冰醋酸:水 = 4:1:5。 ** “x”为未知的氨基酸。

冬期停止生长,而根系却继续活动;返青后,由于地上部分迅速生长,大量物质都用于植株的增长,因而减少了根部的分泌物。根据文献记载^[5],小麦在越冬期间消耗大量的糖分,根分泌物中糖的增加,可能是植株中糖分消耗的重要原因之一。我们认为冬季根分泌物增多是根系新陈代谢旺盛进行的重要标志之一,它与小麦在冬季吸收养分有关。

表5 冬小麦不同生长期根分泌物数量比较(毫克/每小时每100克植株)

根分泌物	试验条件	冬小麦生长期(取样分析日期)							
		幼苗期 (1962.11.)	越冬期 (1962.12.3.)	越冬期 (1963.1.3.)	越冬期 (1963.2.28.)	返青期 (1963.3.13.)	拔节期 (1963.4.22.)	开花期 (1963.5.6.)	乳熟期 (1963.5.22.)
氨基酸	大田	痕迹	8.00	痕迹	痕迹	8.50	痕迹	痕迹	—
	盆栽	痕迹	痕迹	1.85	2.95	9.03	0.72	—	痕迹
可溶性糖	大田	19.22	16.43	69.9	106.48	57.51	4.07	2.08	—
	盆栽	19.10	175.20	256.80	277.80	256.60	38.00	91.30	24.50

(2) 土壤肥力高低对小麦根分泌物的影响: 生长在不同茬口土壤中的小麦根分泌物的差别较明显,绿肥茬小麦分泌的氨基酸种类与数量比休闲茬与夏玉米茬小麦分泌多,但可溶性糖的分泌却是绿肥茬比夏玉米茬少。盆栽的结果进一步表明:生长在用表土(肥沃土壤)盆栽的小麦氨基酸分泌比底土(贫瘠土壤)盆栽小麦多,而可溶性糖则相反(表6)。总的趋势是:在土壤肥力较高的条件下,小麦根分泌中氨基酸多,可溶性糖少。我们认为:这主要是由于绿肥茬土壤给植物提供了更多的易于吸收的氮素养料,植株中有更多的可以分泌的含氮物质(如氨基酸等),同时,由于植株内有丰富的氮素,碳氮的比率有利于碳素物质的同化,如绿肥茬小麦植株的 C:N = 10.14,休闲茬为 11.37,夏玉米茬为 12.27,因此,可溶性糖的分泌减少。生长在夏玉米茬的小麦由于自土壤中得到的氮素养料较少,植物体内的碳氮比率大,能分泌更多的碳素物质,如可溶性糖等,而氨基酸等氮素物质的分泌却减少了。另一个重要因素是由于夏玉米茬的土壤肥力低,可溶性养分少,小麦为了从土壤中吸收更多的氮素养料与其它某些营养物质,不得不消耗更多的碳水化合物来摄取难得的土壤养分,因而根系的增长快、活动强度大,分泌碳素物质也多,如1962年麦收后的田间调查材料充分证实了这一点,麦收后,夏玉米茬小麦地下部分(根系)与地上部分(茎叶)之比为 0.92;休闲茬为 0.50;绿肥茬只有 0.47。我们认为在贫瘠的土壤中由于根系的活动强度大,因而根部的碳素物质分泌也多,从表6中即可证明这一点,用底土栽培的小麦所分泌的可溶性糖都比相同处理的表土多。氨基酸恰恰相反,因为表土比底土肥沃。同时,盆栽小麦比大田小麦分泌糖多,氨基酸少,这是由于盆栽中的营养太少,小麦得不到更多的养分,因而分泌的氨基酸比大田小麦少,分泌的糖比大田小麦多。

可溶性糖与氨基酸虽然同是根分泌物中的重要组成成分,但二者所反映的问题不同,前者的分泌量与土壤肥力成反比,后者则成正比。我们初步认为根分泌物的质与量与作物吸收养分和土壤肥力的高低有密切关系。

(3) 植物根分泌物对根际微生物的刺激作用: 比较表3与表5的小麦不同生长期根分泌物中可溶性糖的数量与根际细菌中好气性细菌的数量时,发现它们之间的

表 6 不同前茬小麦根部分泌物的比较(单位: 毫克/100 克植株)

根部分泌物	試驗条件	表 土 (0—20 厘米)			底 土 (20—50 厘米)		
		夏玉米茬	休 閑 茬	綠 肥 茬	夏玉米茬	休 閑 茬	綠 肥 茬
氨 基 酸	大 田	6.74	8.32	9.68	—	—	—
	盆 栽	2.23	5.73	7.93	1.38	1.23	3.30
可 溶 性 糖	大 田	40.03	50.30	24.64	—	—	—
	盆 栽	138.64	126.38	130.77	174.61	130.42	146.76

注 (1) 盆栽是用经过三次换茬的土壤种植小麦;

(2) 小麦生长期間 7 次分析平均。

消长趋势有明显的相关性,在小麦返青前的 6 个月中,根际微生物与根部分泌物都逐渐上升,返青后都急剧下降。因为在小麦越冬期由于天寒地冻,小麦地上部分处于停止生长的状态,植株中原来儲存的物质与根系新吸收的物质很少上运到茎叶中去,而以分泌物的形态自根系中分泌出来。小麦返青后,地上部分旺盛生长,被小麦吸收和同化的物质,由于上运到正在旺盛生长的茎叶中,以致根部的分泌物迅速地减少了。由于作为微生物营养的根分泌物的减少,根际微生物数量也迅速地降低,小麦孕穗后二者都稍有回升,但幅度不大。

小麦地上部分停止生长,并不意味着整个小麦停止生长,我国农民很早就有小麦在冬天是“上闲下忙”的諺語,不少研究工作証明小麦在冬天根系并不停止生长,“根系有相当显著的吸收活动^[4]”。冬小麦不同生长期間根部分泌物的測定,进一步証实了“上闲下忙”的正确性。在严寒的冬天,根部的分泌物比其他任何时候都多,这些复杂的根分泌物是微生物的良好营养物质,因此,根际土壤微生物的数量在冬天越冬期間比其他時間高。从冬小麦根际土壤微生物与根部分泌物的分析結果看得出,灌冬水、上冬粪等冬季田間管理的重要性,因为这些結果証实冬小麦在冬季并不是处于休眠的状态,它的根系正旺盛地生长和活动,看来,低温不只是冬小麦个体发育的一个必经阶段,而且是一个重要的营养阶段。

为了进一步証实根分泌物对根际微生物的影响,曾用玉米与綠豆苗期的根分泌物以及 15 种氨基酸的混合溶液对小麦根系細菌 K-1, K-80 与小麦根际土壤細菌 G-1, G-61 进行了培养試驗,結果見表 7。除 G-1 在加入氨基酸和綠豆根分泌物的培养中生长不良

表 7 玉米与綠豆根分泌物对小麦根际細菌生长的刺激作用(菌体干重毫克/15 毫升菌液)

試 驗 菌 号	对 照 (加 1 毫升蒸馏水)		加 15 种氨基酸*		加 綠 豆 根 分泌物 1 毫升		加 玉 米 根 分泌物 1 毫升	
	毫 克	%	毫 克	%	毫 克	%	毫 克	%
K-1	3.39	100	4.88	144	—	—	10.45	308
K-63	2.40	100	7.40	308	6.30	263	8.70	363
K-80	3.95	100	4.86	123	7.54	191	9.25	234
G-1	7.26	100	5.08	70	6.83	94	15.78	217
G-61	4.73	100	5.17	109	7.10	150	5.28	112

* 各种氨基酸的浓度为 10 p.p.m.。

外,在其他菌和其他处理中,加入氨基酸,綠豆与玉米根分泌物都有不同程度的刺激作用,尤其以玉米根分泌物的作用更为明显,它使 K-1 与 K-63 的菌体重量增加了两倍多,使 K-80 与 G-1 的菌体重增加一倍以上;綠豆根分泌物的刺激作用較玉米低,除 K-63 超出一倍以外,对 K-80 与 G-61 只有 50—80%,对 G-1 的作用反不及对照好。

以后又用小麦与玉米的根分泌物对小麦根系細菌 K-1,根际土壤細菌 G-1 与土壤細菌 T-27 号菌进行了刺激作用的試驗(表 8)。結果表明小麦根分泌物对小麦根系細菌

表 8 小麦与玉米根分泌物对小麦根际微生物的刺激作用

試 驗 菌 号	試 驗 处 理	15毫升菌液中的菌体干重 (毫克)	比 較 (%)
小麦根系細菌 K-1	对照(清水)	1.80	100
	小麦根分泌物	7.18	399
	玉米根分泌物	3.83	212
小麦根际土壤細菌 G-1	对照(清水)	2.41	100
	小麦根分泌物	5.45	226
	玉米根分泌物	3.85	160
小麦非根际土壤細菌 T-27	对照(清水)	3.88	100
	小麦根分泌物	7.90	204
	玉米根分泌物	6.53	168

有显著的刺激作用,其次是根际土壤細菌,对非根际土壤細菌也有一定的作用。玉米根分泌物对小麦根系細菌与根际土壤細菌也有明显的刺激作用,但其作用大小比小麦根分泌物低,由此可以看出,小麦、玉米的根分泌物对根际細菌与土壤細菌都有刺激生长的作用,对根际細菌的刺激作用更加显著;某种作物的根分泌物对该作物根际微生物的刺激作用比他种作物的根分泌物更为有效,这进一步証实了根分泌物决定根际微生物的基本特性这一論証是正确的。

(4) 根分泌物外渗的速度与貯存的部位：根分泌物在浸出液的数量方面并没有因为浸出的時間递增而增加,浸出的時間越久,

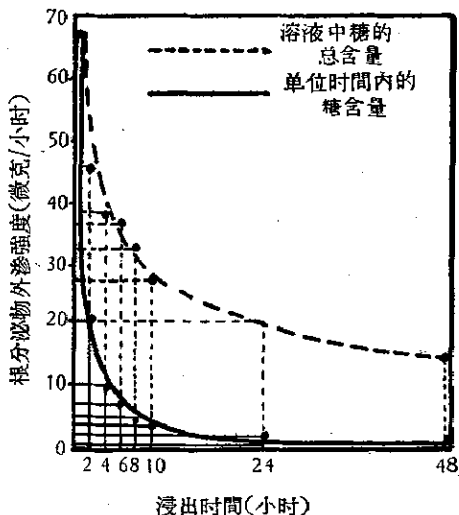


图 2 小麦根分泌的強度

单位時間內分泌的物質比开始浸出时少得多。从图 2 看得很清楚,当小麦植株在水中浸出 1 小时后,每 100 克植株每小时分泌 62.64 毫克可溶性糖;浸出 24 小时后,迅速减少到 0.9 毫克,以后根据時間的长短依次递减,但变化幅度不大。連續浸出 48 小时,平均每小时每 100 克植株只分泌了 0.3 毫克。如将同一株小麦在不同的浸提液中順序各浸 2 小时,則越到后来根分泌物越少(图 3),

这充分說明根分泌物在植株中只有一定的数量,小麦中的糖如此,氨基酸的含量也相类似,所不同的是氨基酸的外渗速度比糖慢,根系进入水中后半小时就能大量分泌糖,而氨基酸的含量在

入水后 6—8 小时較多。玉米的分泌物也有相同的情况。我們认为,从浸出時間越长,根部分泌强度越弱的特性看来,根分泌物是植物根系中的一种可以随时通过根系外层細胞进入根际的特殊物質,而且只有一定的貯存数量。当根系进入水中以后,分泌物便迅速扩散了。

为了証实根分泌物貯存在植株的那一部分,曾进行了两次伤流的观测,其方法是将小麦植株的根茎剪开,分別将根系的伤口、茎叶的伤口,以及切除茎叶的根系分別浸泡在提取液中,并用整株植物按一般方法浸出作对照,測定其中的可溶性糖和氨基酸;所得結果見表 9。从两次分析中看到:小麦根部的分泌物比小麦根系与茎叶的伤流多,切除小麦的地上部分,并没有使根部的分泌减少,可以肯定,植物根分泌物主要是貯存在植物的根系中。

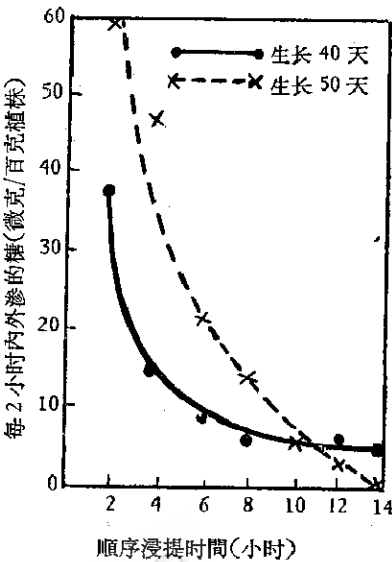


图 3 浸提時間越长小麦根分泌物中的糖越少

表 9 小麦根系、茎叶中分泌物与伤流的測定結果(单位:毫克/每小时,每 100 克青植株)

处 理	根分泌物 小麦生育期		可 溶 性 糖		氨 基 酸	
	盆栽小麦开始返青	盆栽小麦返青后	盆栽小麦开始返青	盆栽小麦返青后	盆栽小麦开始返青	盆栽小麦返青后
(1) 带有茎叶的根系浸泡在蒸餾水中(对照)	300.00	138.20	0.70	20.40		
(2) 剪掉茎叶的根系, 浸泡在蒸餾水中(伤口朝外)	288.00	339.80	4.60	20.40*		
(3) 剪掉茎叶的根系, 伤口浸泡在蒸餾水中, 根系朝外(根系伤流)	164.00	133.00	1.60	11.60		
(4) 剪掉根系的茎叶伤口浸泡在蒸餾水中(茎叶伤流)	116.40	772.0	0.20	7.80		

三、結 論

1. 在小麦亩产 500—600 斤的土壤和耕作条件下,根际土壤微生物比非根际土壤微生物通常高 20—30 倍 ($R:S = 20-30$),土壤肥力对根际微生物有一定影响,生长在高肥力土壤中的小麦根际微生物比低肥力土壤中的根际微生物数量高。
2. 根际微生物数量的变化与植物生长发育阶段有密切的关系,从冬小麦幼苗期,越冬期到返青以前的 6 个月中,根际微生物的数量最高,返青后迅速减少。我們认为小麦不同生长发育阶段中的生理特性是根际微生物数量变化的主要因素。
3. 用“浸出法”能够得到植物的根部分泌物,从已测的玉米、小麦与綠豆等作物的根分泌物中發現有十多种氨基酸、可溶性糖和許多能刺激微生物生长的物質。用“貼根法”能直接观察植物生长过程中的根部分泌物。根分泌物主要貯存在植物根系中而且只有一定

的数量。

4. 生长在肥力较高的綠肥荏小麦分泌的氨基酸比肥力較低的夏玉米荏小麦多, 可溶性糖却比夏玉米荏少, 这主要是由于綠肥荏土壤中有丰富的可溶性氮素养分和其它养分, 以致植株中有更多的氮素物质可以重新回到土壤中; 夏玉米荏土壤中养分较少, 小麦根系不得不消耗大量的碳水化合物来摄取土壤中的养料。氨基酸与可溶性糖虽然都是植物的根分泌物, 但它们所反映的实质却不同, 氨基酸多, 反映土壤中养分状况好; 可溶性糖多, 则反映土壤中养分贫乏。

5. 植物根分泌物对根际微生物有强烈的刺激作用。在小麦不同生育期间, 根分泌物与根际微生物的变化动态是一致的, 高峯都在返青开始时期。某种作物的根分泌物对该种作物根际微生物的刺激作用比他种作物根分泌物的刺激作用大, 这是决定不同植物的根际微生物基本特性的重要因素。

6. 从小麦根分泌物与根际土壤微生物数量在越冬期间最多这一结果看来, 冬小麦在天寒地冻的越冬期并不是处于休眠状态, 其根系的新陈代谢是十分旺盛的, 这可能与根系吸收和贮存养分有关。因此, 上冬粪、灌冬水与加强小麦冬季田间管理是十分重要的措施, 农谚说冬小麦在冬天“上闲下忙”是很有道理的。

参 考 文 献

- [1] Жуковская, П. И., Теплер, Е. З.: *Труды ТСХА*, в-41, 1949.
- [2] 陈子英: 微生物学报, 9 (2): 186—192, 1963.
- [3] 高惠民等: 中国农业科学院土壤肥料研究所, 土壤肥料专刊, 第三号, 1963 年.
- [4] 蓝天柱: 中国农业科学, 10, 8, 1963.
- [5] 曹宗巽: 北京大学学报, 自然科学, 3, 298, 1962.

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОФЛОРЫ РИЗОСФЕРЫ И КОРНЕВЫХ ВЫДЕЛЕНИЙ РАСТЕНИЯ

I. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ МИКРОФЛОРЫ РИЗОСФЕРЫ И КОРНЕВЫХ ВЫДЕЛЕНИЙ ПШЕНИЦЫ, КУКУРУЗЫ И МАША

Чэнь Цзы-ин У Гуань-и Ван Юн-цин У Жуй-у

(Научно-исследовательский институт почвоведения и удобрения АСХН Китая, Пекин)

(1) В почвенных и земледельческих условиях, при которых урожайность пшеницы бывает в 30—45 ц с га, количество микроорганизмов ризосферы пшеницы, кукурузы и маша в 20—30 раз больше чем вне ризосферы (т. е. $R:S = 20 - 30$). Важной причиной, влияющей на микрофлору ризосферы, являются различные особенности в разных фазах развития растения. Плодородие почвы также оказывает определенное влияние на микрофлору ризосферы.

(2) Применение “способа экстрагирования корня водой” может получать вещество корневых выделений растения. Применение “способа наклейки корня на хроматографической бумаге” дает возможность непосредственно обнаружить корневые выделения в природных условиях. В корневых выделениях пшеницы, кукурузы и маша обычно содержится больше десяти видов аминокислот, большое количество сахаров и другие вещества.

(3) В корневых выделениях пшеницы, растущей в плодородной почве, больше содержания азотных веществ (аминокислот) и меньше содержания сахаров, чем у пшеницы, растущей в неплодородной почве. Большое количество аминокислот в выделениях отражает высокое плодородие почвы, наоборот, большое количество сахаров в выделениях отражает бедность плодородия почвы.

Корневые выделения сильно стимулируют развитие микрофлоры ризосферы. Изменение динамики обоих веществ совпадает в разных фазах развития растения.

(4) Во время зимовки появляется самое большое количество микроорганизмов и выделений в корнях пшеницы. Это может доказать, что при морозном условии корни пшеницы интенсивно действуют со средой. Это не только доказывает правильность половицы о пшенице в зимнее время: “наверху отдых и внизу занят”, но и доказывает важность зимнего внесения удобрения и зимней поливки.